

10807

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

| | |
|--|--|
| Date of mailing (day/month/year) 04 May 2001 (04.05.01) | |
| International application No. PCT/DE00/02093 | Applicant's or agent's file reference 990301PCT |
| International filing date (day/month/year) 26 June 2000 (26.06.00) | Priority date (day/month/year) 27 July 1999 (27.07.99) |
| Applicant MEINERS, Wilhelm et al | |

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:
15 February 2001 (15.02.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

| | |
|--|---|
| The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35 | Authorized officer Antonia Muller Telephone No.: (41-22) 338.83.38 |
|--|---|

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

| | | |
|--|---|---|
| Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 990301PCT | WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5 | |
| Internationales Aktenzeichen PCT/DE 00/02093 | Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 26/06/2000 | (Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 27/07/1999 |
| Anmelder FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER A.F.E.V | | |

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 4 Blätter.



Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.



Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das



in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.



zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2.



Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3.



Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1



wie vom Anmelder vorgeschlagen



weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.



weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.



keine der Abb.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. nales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02093

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B29C67/00 B23K26/00 B23K26/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B29C B23K B22F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | DE 195 33 960 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 20. März 1997 (1997-03-20) | 1-4,9 |
| Y | Spalte 10, Zeile 20 - Spalte 11, Zeile 19; Ansprüche 9,19,20,41; Abbildungen Spalte 15, Zeile 42 - Spalte 16, Zeile 29 | 5-7, 10-14 |
| Y | DE 44 15 783 A (ROTHER RUEDIGER PROF DR ING) 10. August 1995 (1995-08-10) das ganze Dokument | 5,6,12 |
| Y | US 5 578 227 A (RABINOVICH JOSHUA E) 26. November 1996 (1996-11-26) das ganze Dokument | 7 |
| Y | EP 0 431 924 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 12. Juni 1991 (1991-06-12) | 10 |
| A | Spalte 13, Zeile 36 - Zeile 43; Ansprüche 8,14; Abbildungen 2,5,6,9 | 1,9,11 |
| | -/- | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. November 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/12/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mathey, X

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktensymbol

PCT/DE 00/02093

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| Y | EP 0 322 257 A (CUBITAL LTD) 28. Juni 1989 (1989-06-28) Spalte 14, Zeile 37 - Spalte 15, Zeile 11; Abbildungen 11,12 | 11-14 |
| A | DE 196 49 865 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 12. Februar 1998 (1998-02-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument | 1-15 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02093

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|--|--|
| DE 19533960 A | 20-03-1997 | AT 197259 T WO 9710067 A EP 0790875 A | 15-11-2000 20-03-1997 27-08-1997 |
| DE 4415783 A | 10-08-1995 | KEINE | |
| US 5578227 A | 26-11-1996 | WO 9822253 A AU 1287097 A DE 19681773 T GB 2333485 A | 28-05-1998 10-06-1998 05-01-2000 28-07-1999 |
| EP 0431924 A | 12-06-1991 | US 5204055 A CA 2031562 A,C DE 69025147 D DE 69025147 T JP 2729110 B JP 6218712 A US 5340656 A US 6036777 A US 5807437 A US 5387380 A | 20-04-1993 09-06-1991 14-03-1996 05-09-1996 18-03-1998 09-08-1994 23-08-1994 14-03-2000 15-09-1998 07-02-1995 |
| EP 0322257 A | 28-06-1989 | IL 84936 A IL 109511 A JP 2078531 A US 5031120 A US 5519816 A US 5263130 A US 5386500 A | 18-02-1997 16-10-1996 19-03-1990 09-07-1991 21-05-1996 16-11-1993 31-01-1995 |
| DE 19649865 C | 12-02-1998 | WO 9824574 A EP 0946325 A | 11-06-1998 06-10-1999 |

Feld III**WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)**

Die Zusammenfassung wurde gemäss Regel 8.1.b) abgeändert, so dass der letzte Absatz "Mit dieser Vorrichtung wird die Herstellung... bestehen können." ganz gestrichen ist.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 12 JUL 2001

WIPO

PCT

| | | |
|--|--|--|
| Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 990301PCT | WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416) | |
| Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/02093 | Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 26/06/2000 | Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 27/07/1999 |
| Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK B29C67/00 | | |
| Anmelder FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER A.F.E.V | | |


- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

 Diese Anlagen umfassen insgesamt 11 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

| | |
|--|--|
| Datum der Einreichung des Antrags 15/02/2001 | Datum der Fertigstellung dieses Berichts 10.07.2001 |
| Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465 | Bevollmächtigter Bediensteter Deubler, U Tel. Nr. +49 89 2399 2923 |



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/02093

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1,2,7-16 ursprüngliche Fassung

3,4,4a,5,5a,6 eingegangen am 20/06/2001 mit Schreiben vom 19/06/2001

Patentansprüche, Nr.:

1-15 eingegangen am 20/06/2001 mit Schreiben vom 19/06/2001

Zeichnungen, Blätter:

1/1 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/02093

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

| | | |
|--------------------------------|-----------------|--------|
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche | 1 - 15 |
| | Nein: Ansprüche | |
| Erfinderische Tätigkeit (ET) | Ja: Ansprüche | 1 - 15 |
| | Nein: Ansprüche | |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (GA) | Ja: Ansprüche | 1 - 15 |
| | Nein: Ansprüche | |

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: DE 195 33 960 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 20. März 1997
(1997-03-20)
- D2: DE 44 15 783 A (ROTHER RUEDIGER PROF DR ING) 10. August 1995
(1995-08-10)
- D3: US-A-5 578 227 (RABINOVICH JOSHUA E) 26. November 1996 (1996-11-26)
- D4: EP-A-0 431 924 (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 12. Juni 1991
(1991-06-12)
- D5: EP-A-0 322 257 (CUBITAL LTD) 28. Juni 1989 (1989-06-28)
- D6: DE 196 49 865 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 12. Februar 1998
(1998-02-12) in der Anmeldung erwähnt

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

- 1.) Die Anmeldung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung von Bauteilen aus einer Werkstoffkombination gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus einer Werkstoffkombination aus zumindest einem ersten und einem zweiten Werkstoff, bei dem das Bauteil durch schichtweises Aufbringen und Aufschmelzen der Werkstoffe Schicht für Schicht aufgebaut wird.

Eine Vorrichtung dieser Art ist beispielsweise aus der Druckschrift DE-C-196 49 865 und ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise aus der DE-A-195 33 960 bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, die die Herstellung von komplexen Bauteilen aus einer Werkstoffkombination ermöglichen, so daß einzelne Bereiche des Bauteils aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen können.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß eine Absaug- oder Abblaseeinrichtung zum Absaugen von Werkstoff aus der Bearbeitungsebene sowie eine zweite Zufuhreinrichtung für einen weiteren Werkstoff vorgesehen sind.

Ferner wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß nach dem Verteilen des ersten Werkstoffs und Abtasten der Form der Schicht des Bauteils mit einem Laserstrahl und dem Aufschmelzen des ersten Werkstoffs, der erste Werkstoff in zweiten Bereichen der Bearbeitungsebene abgesaugt oder abgeblasen wird und danach der zweite Werkstoff in den zweiten Bereichen aufgebracht und aufgeschmolzen wird.

Die Kombination dieser Merkmale ist aus keiner der im Recherchebericht genannten Druckschriften zu entnehmen und daraus auch nicht nahegelegt. Die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche 1 und 11 erfüllen daher die Erfordernisse der Artikel 33(2) und (3) PCT.

- 2.) Die abhängigen Ansprüche 2 bis 10 und 12 bis 15 betreffen zweckmäßige Ausgestaltungen der Gegenstände nach Anspruch 1 bzw. Anspruch 11. Die Gegenstände der abhängigen Ansprüche 2 bis 10 und 12 bis 15 erfüllen daher ebenfalls die Erfordernisse der Artikel 33(2) und (3) PCT.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Im Anspruch 11 ist unklar, was unter "**Abblaseeinrichtung zum Absaugen**" zu verstehen ist (Artikel 6 PCT).

- 3 -

schmolzen. Auf diese Weise wird das Bauteil Schicht für Schicht aufgebaut.

Ein Beispiel für ein derartiges Verfahren, bei dem eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des vorliegenden Patentanspruches 1 eingesetzt wird, ist in der DE 196 5 49 865 C1 beschrieben. Bei diesem Verfahren wird ein bindemittel- und flußmittelfreies metallisches Werkstoffpulver auf die Bauplattform aufgebracht und durch den Laserstrahl entsprechend der Bauteilgeometrie auf Schmelztemperatur erhitzt. Die Energie des Laser- 10 strahls wird so gewählt, daß das metallische Werkstoffpulver an der Auftreffstelle des Laserstrahls über seine gesamte Schichtdicke vollständig aufgeschmolzen wird. Der Laserstrahl wird hierbei in mehreren Spuren 15 derart über den vorgegebenen Bereich der jeweiligen Werkstoffpulverschicht geführt, daß jede folgende Spur des Laserstrahls die vorherige Spur teilweise überlappt. Gleichzeitig wird eine Schutzgasatmosphäre über der Wechselwirkungszone des Laserstrahls mit dem 20 metallischen Werkstoffpulver aufrechterhalten, um Fehlstellen zu vermeiden, die beispielsweise durch Oxidation hervorgerufen werden können.

Das Verfahren des selektiven Laserstrahlschmelzens 25 ermöglicht die Herstellung beliebig komplexer Bauteile mit guter Detailtreue und hoher Präzision.

Ein wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens ist allerdings das eingeschränkte Spektrum der mit dem Verfahren verarbeitbaren Werkstoffe. So lassen sich 30 insbesondere Hartstoffe, wie zum Beispiel Karbide, nur ungenügend verarbeiten, so daß eine Bauteildichte von 100% mit diesen Materialien nur schwer oder gar nicht erreichbar ist. Ein weiterer Nachteil des Verfahrens

- 4 -

besteht darin, daß ein Wechsel des Pulverwerkstoffs während eines Bauprozesses bisher nur jeweils schichtweise, das heißt nach der Bearbeitung einer kompletten Schicht, nicht jedoch während der Bearbeitung innerhalb einer Schicht möglich ist. Es lassen sich daher mit diesem Verfahren keine Bauteile herstellen, die innerhalb einer Schicht lokal einen weiteren Werkstoff aufweisen. So wäre es in vielen Anwendungsbereichen beispielsweise wünschenswert, Bauteile an stark beanspruchten Stellen zusätzlich mit einem Hartstoff zu verstärken.

Das Verfahren des Laserstrahlgenerierens ist ein einstufiger Prozeß. Bei diesem Verfahren wird der Werkstoff als Draht oder Pulver über eine Zufuhreinheit kontinuierlich in den Fokus des Laserstrahles eingebracht. Werkstoffzufuhr und Energieeinbringung durch den Laserstrahl erfolgen simultan. Im Falle eines pulverförmigen Werkstoffes wird das Metallpulver hierbei vorzugsweise durch einen Inertgasstrom zu einer Pulverdüse geführt und mit dieser auf die Bearbeitungsstelle fokussiert. Der Laserstrahl und die Zufuhreinheit sind zueinander ortsfest und werden gemäß der aufzubauenden Form bzw. Kontur des Bauteiles in der jeweiligen Schicht bewegt. Auch hierbei wird das Bauteil Schicht für Schicht durch Abtasten der entsprechenden Form mit dem Laserstrahl aufgebaut.

Die DE 195 33 960 A1 zeigt ein Beispiel für ein derartiges Verfahren sowie eine zugehörige Vorrichtung zur Herstellung von metallischen Werkstücken, bei denen metallisches Werkstoffpulver mit einer Pulverdüse koaxial zu einem Laserstrahl auf das Werkstück aufgebracht und spurweise aufgeschmolzen wird. In

- 4a -

dieser Druckschrift wird auch das Aufbringen einer Schicht aus unterschiedlichen Werkstoffen sowie das Absaugen oder Abblasen von nicht geschmolzenem Werkstoffpulver von der Werkstückoberfläche
5 beschrieben. Der zweite Werkstoff wird bei dem Verfahren bzw. der Vorrichtung dieser Druckschrift offensichtlich durch die gleiche Pulverdüse wie der erste Werkstoff auf die Werkstückoberfläche aufgebracht.

10

Die DE 44 15 783 offenbart ein Verfahren zur Freiformherstellung von Werkstücken durch Aufbringen und schichtweises Anschmelzen von Metallpulver. Das Metallpulver wird hierbei ebenfalls über eine
15 Pulverdüse spurweise aufgebracht und mit dem Laserstrahl angeschmolzen.

Die US 5,578,227 zeigt ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Aufbau eines dreidimensionalen Modells
20 durch schichtweises Aufbringen und Aufschmelzen von drahtförmigem Material mit einem Laserstrahl auf die jeweils darunter liegende Schicht.

Ein Vorteil des Verfahrens des
25 Laserstrahlgenerierens gegenüber dem Verfahren des selektiven Laserstrahlschmelzens besteht vor allem in der Vielzahl der mit dem Verfahren verarbeitbaren metallischen Werkstoffe. Weiterhin lassen sich mit diesem Verfahren auch Hartstoffe gut verarbeiten.

30 Im Gegensatz zum Verfahren des selektiven Laserstrahlschmelzens ist die Komplexität der Bauteile, die mit dem Verfahren des Laserstrahlgenerierens hergestellt werden können jedoch nur gering. So ist

- 5 -

insbesondere bei filigranen Bauteilelementen mit Abmessungen von unter 1 mm keine ausreichende Detailtreue mehr gewährleistet.

5 Die EP 0 431 924 zeigt als weitere Möglichkeit des Aufbaus von Bauteilen eine 3-D-Drucktechnik für das Rapid-Prototyping, bei der die einzelnen Schichten des schichtweisen Aufbaus des Werkstücks durch Zugabe eines Bindemittels mit einer Tintenstrahltechnik lokal
10 verfestigt werden.

Die EP 0 322 257 beschreibt ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau eines Werkstücks aus einer härtbaren Flüssigkeit. Die Härtung erfolgt wiederum durch Abtastung mit einem Laserstrahl.
15 Nichtgehärtete Bereiche werden anschließend mit einer Absaugvorrichtung abgesaugt und mit einem Stützmaterial gefüllt, das nach der Fertigstellung des Werkstücks wieder entfernt werden kann. Zum lokalen Absaugen nichtverfestigter Bereiche wird eine Absaugvorrichtung
20 eingesetzt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, die die Herstellung von komplexen Bauteilen aus einer
25 Werkstoffkombination ermöglichen, so daß einzelne Bereiche des Bauteils aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen können.

Die Aufgabe wird mit der Vorrichtung bzw. dem
30 Verfahren nach Anspruch 1 bzw. 11 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung und des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

- 5a -

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist, ebenso wie die Vorrichtungen für das selektive Laserstrahlschmelzen, eine Bodenfläche mit einer absenkbaren Bauplattform für das Bauteil, eine Zufuhreinrichtung mit einem Mechanismus zur Nivellierung eines ersten Werkstoffes in einer Bearbeitungsebene über der Bauplattform sowie eine Laserlichtquelle zur Emission eines Laserstrahls auf. Weiterhin ist eine Bearbeitungseinheit vorgesehen, die eine Fokussieroptik zur Fokussierung des Laserstrahls auf die Bearbeitungsebene trägt. Die Bearbeitungseinheit wird mit Hilfe eines Positioniermechanismus in einer zur Bearbeitungsebene parallelen Ebene verfahren. Der Positioniermechanismus dient daher der Erzeugung der Abtastbewegung des Laserstrahls auf der Bearbeitungsebene entsprechend der zu fertigenden Bauteilform bzw. -kontur. Die Laserlichtquelle kann hierbei direkt an der Bearbeitungseinheit angebracht sein oder auch von außen in diese eingekoppelt werden. Im Unterschied zu den bekannten Vorrichtungen des selektiven Laserstrahlschmelzens weist die erfindungsgemäße Vorrichtung weiterhin eine Absaug- oder Abblaseeinrichtung zum Absaugen von Werkstoff aus der Bearbeitungsebene sowie eine Zufuhreinrichtung für einen zweiten Werkstoff auf, mit der dieser zweite Werkstoff in den Fokusbereich des Laserstrahls gebracht werden kann. Bei dieser Zufuhreinrichtung kann es sich beispielsweise um eine Vorschubeinrichtung für einen in Drahtform vorliegenden Werkstoff handeln, der während der Bearbeitung dem Fokus des Laserstrahls in der Bearbeitungsebene zugeführt wird. Die Zufuhreinrichtung kann auch eine Düse sein, mit der pulverförmiger oder pastenförmiger zweiter Werkstoff während der

- 6 -

Bearbeitung in den Fokusbereich des Lasers eingebracht wird. In beiden Fällen ist die Zufuhreinrichtung vorzugsweise direkt an der Bearbeitungseinheit befestigt, so daß die Zufuhreinrichtung mit dieser
5 mitbewegt wird.

Die Zufuhreinrichtung kann jedoch auch durch einen zusätzlichen Mechanismus wie der Mechanismus gebildet sein, mit dem bereits der erste Werkstoff in der Bearbeitungsebene verteilt wird. Hierbei muß neben dem
10 Vorratsbehälter für den ersten Werkstoff auch ein Vorratsbehälter für den zweiten Werkstoff vorgesehen sein.

Es versteht sich von selbst, daß nicht nur ein zweiter, sondern auch noch weitere Werkstoffe mit den
15 genannten Mitteln zugeführt werden können.

- 17 -

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung von Bauteilen aus einer Werkstoffkombination, wobei die Vorrichtung
- eine Bodenfläche (1) mit einer absenkbaren
 - 5 Bauplattform (2) für das Bauteil (14),
 - eine erste Zufuhreinrichtung mit einem Mechanismus (5) zur Nivellierung eines pulverförmigen Werkstoffes (4) in einer Bearbeitungsebene (3) über der Bauplattform (2),
 - 10 - eine Laserlichtquelle zur Emission eines Laserstrahls (11),
 - eine Bearbeitungseinheit (6) mit einer Fokussieroptik (8) zur Fokussierung des Laserstrahls auf die Bearbeitungsebene (3), und
 - 15 - einen Positioniermechanismus aufweist, der die Bearbeitungseinheit (6) in einer zur Bearbeitungsebene (3) parallelen Ebene in beliebige Positionen über dem Bauteil (14) positionieren kann, dadurch gekennzeichnet,
 - 20 daß eine Absaug- oder Abblaseeinrichtung (10) zum Absaugen von Werkstoff aus der Bearbeitungsebene (3) sowie eine zweite Zufuhreinrichtung (9) für einen weiteren Werkstoff (12) vorgesehen sind.
- 25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaug- oder Abblaseeinrichtung (10) an der Bearbeitungseinheit (6) befestigt ist.

- 18 -

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
5 daß die Bearbeitungseinheit (6) ein Ablenkelement (7)
für den Laserstrahl (11) aufweist, mit dem dieser auf
beliebige Stellen innerhalb eines von der jeweiligen
Position des Positioniermechanismus abhängigen
Bereiches der Bearbeitungsebene (3) abgelenkt werden
10 kann.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Ablenkelement (7) ein x-y-Scannerspiegelsystem
15 ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zweite Zufuhreinrichtung (9) an der
20 Bearbeitungseinheit (6) befestigt und so ausgestaltet
ist, daß der weitere Werkstoff gebündelt in den
Fokusbereich des Laserstrahls (11) gebracht werden
kann.
- 25 6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zweite Zufuhreinrichtung (9) eine auf den
Fokusbereich des Laserstrahls gerichtete Düse für
pulverförmige Werkstoffe ist.
30
7. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,

- 19 -

daß die zweite Zufuhreinrichtung (9) eine Vorschubeinrichtung für drahtförmige Werkstoffe ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß die zweite Zufuhreinrichtung (9) einen Vorratsbehälter für den weiteren Werkstoff (12) und einen Schieber umfaßt, der den weiteren Werkstoff (12) in der Bearbeitungsebene (3) über der Bauplattform (2)
10 verteilt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Positioniermechanismus eine x-y-Verfahreinheit
15 mit zwei Linearachsen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Mechanismus (5) zur Nivellierung die Form eines
20 Schiebers aufweist.

11. Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus einer Werkstoffkombination aus zumindest einem ersten (4) und einem zweiten Werkstoff (12), bei dem das Bauteil (14)
25 durch schichtweises Aufbringen und Aufschmelzen der Werkstoffe Schicht für Schicht aufgebaut wird, mit folgenden Schritten für zumindest eine der Schichten:

- Verteilen des ersten Werkstoffes (4) mit einem
30 Nivelliermechanismus (5) in einer Bearbeitungsebene (3) über einer absenkbaren Bauplattform (2) für das Bauteil (14), und Abtasten der Form der Schicht des Bauteils (14) mit einem auf die Bearbeitungsebene (3)

- 20 -

- fokussierten Laserstrahl (11) in ersten Bereichen der Bearbeitungsebene (3), wobei der erste Werkstoff (4) entsprechend der abgetasteten Form in den ersten Bereichen aufgeschmolzen wird;
- 5 - Absaugen oder Abblasen des ersten Werkstoffes (4) in zweiten Bereichen der Bearbeitungsebene (3), in denen das Bauteil aus dem zweiten Werkstoff (12) oder einer Verbindung mit dem zweiten Werkstoff bestehen soll;
- 10 - Aufbringen des zweiten Werkstoffes (12) in den zweiten Bereichen der Bearbeitungsebene (3) und Abtasten der Form der Schicht des Bauteils (14) mit einem auf die Bearbeitungsebene (3) fokussierten Laserstrahl (11) in den zweiten Bereichen, wobei der zweite Werkstoff (12) oder die Verbindung mit dem
- 15 zweiten Werkstoff entsprechend der abgetasteten Form in den zweiten Bereichen aufgeschmolzen wird; und
- 20 - Absenken der Bauplattform (2) um die Dicke der aufgeschmolzenen Schicht, falls eine weitere Schicht aufgebracht werden soll.
- 25 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Werkstoff (12) über eine getrennte Zufuhreinrichtung (9) gebündelt in den Fokusbereich des Laserstrahls (11) gebracht wird.
- 30 13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Werkstoff (12) in gleicher Weise wie der erste Werkstoff (4) in den zweiten Bereichen der Bearbeitungsebene (3) aufgebracht wird.

- 21 -

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Abtasten der Form jeder Schicht des Bauteils
(14) in der Bearbeitungsebene (3) mittels eines
5 Positioniermechanismus erfolgt, der eine Fokussieroptik
(8) zur Fokussierung des Laserstrahls (11) trägt und
die Fokussieroptik (8) in einer zur Bearbeitungsebene
(3) parallelen Ebene auf beliebigen Bahnen über dem
Bauteil (14) bewegen kann.
- 10
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Abtasten der ersten Bereiche durch
aufeinanderfolgendes Abtasten von Unterbereichen
15 erfolgt, über die der Laserstrahl (11) mittels einem
mit dem Positioniermechanismus mitgeführten drehbar
gelagerten Scannerelement (7) geführt wird, während das
Abtasten der zweiten Bereiche bei feststehendem
Scannerelement (7) erfolgt.

20

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B29C67/00 B23K26/00 B23K26/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B29C B23K B22F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | DE 195 33 960 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 20. März 1997 (1997-03-20) | 1-4,9 |
| Y | Spalte 10, Zeile 20 - Spalte 11, Zeile 19; Ansprüche 9,19,20,41; Abbildungen Spalte 15, Zeile 42 - Spalte 16, Zeile 29 | 5-7, 10-14 |
| Y | DE 44 15 783 A (ROTHER RUEDIGER PROF DR ING) 10. August 1995 (1995-08-10) das ganze Dokument | 5,6,12 |
| Y | US 5 578 227 A (RABINOVICH JOSHUA E) 26. November 1996 (1996-11-26) das ganze Dokument | 7 |
| Y | EP 0 431 924 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 12. Juni 1991 (1991-06-12) | 10 |
| A | Spalte 13, Zeile 36 - Zeile 43; Ansprüche 8,14; Abbildungen 2,5,6,9 | 1,9,11 |
| | --- -/- | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. November 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mathey, X

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| Y | EP 0 322 257 A (CUBITAL LTD) 28. Juni 1989 (1989-06-28) Spalte 14, Zeile 37 -Spalte 15, Zeile 11; Abbildungen 11,12 --- | 11-14 |
| A | DE 196 49 865 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 12. Februar 1998 (1998-02-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ----- | 1-15 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02093

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|--|--|
| DE 19533960 | A | 20-03-1997 | AT 197259 T WO 9710067 A EP 0790875 A | 15-11-2000 20-03-1997 27-08-1997 |
| DE 4415783 | A | 10-08-1995 | NONE | |
| US 5578227 | A | 26-11-1996 | WO 9822253 A AU 1287097 A DE 19681773 T GB 2333485 A | 28-05-1998 10-06-1998 05-01-2000 28-07-1999 |
| EP 0431924 | A | 12-06-1991 | US 5204055 A CA 2031562 A,C DE 69025147 D DE 69025147 T JP 2729110 B JP 6218712 A US 5340656 A US 6036777 A US 5807437 A US 5387380 A | 20-04-1993 09-06-1991 14-03-1996 05-09-1996 18-03-1998 09-08-1994 23-08-1994 14-03-2000 15-09-1998 07-02-1995 |
| EP 0322257 | A | 28-06-1989 | IL 84936 A IL 109511 A JP 2078531 A US 5031120 A US 5519816 A US 5263130 A US 5386500 A | 18-02-1997 16-10-1996 19-03-1990 09-07-1991 21-05-1996 16-11-1993 31-01-1995 |
| DE 19649865 | C | 12-02-1998 | WO 9824574 A EP 0946325 A | 11-06-1998 06-10-1999 |

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

10/030,940

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

| | | |
|--|---|---|
| Applicant's or agent's file reference 990301PCT | FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) | |
| International application No. PCT/DE00/02093 | International filing date (day/month/year) 26 June 2000 (26.06.00) | Priority date (day/month/year) 27 July 1999 (27.07.99) |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC B29C 67/00 | | |
| Applicant FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. | | |

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 11 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

RECEIVED
MAY 01 2002
TC 1700

| | |
|---|--|
| Date of submission of the demand 15 February 2001 (15.02.01) | Date of completion of this report 10 July 2001 (10.07.2001) |
| Name and mailing address of the IPEA/EP | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/02093

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1, 2, 7-16, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages 3, 4, 4a, 5, 5a, 6, filed with the letter of 19 June 2001 (19.06.2001),
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. _____, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. 1-15, filed with the letter of 19 June 2001 (19.06.2001),
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/1, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 00/02093

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

| | | | |
|-------------------------------|--------|------|-----|
| Novelty (N) | Claims | 1-15 | YES |
| | Claims | | NO |
| Inventive step (IS) | Claims | 1-15 | YES |
| | Claims | | NO |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-15 | YES |
| | Claims | | NO |

2. Citations and explanations

Reference is made to the following documents:

- D1: DE 195 33 960 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) March 20, 1997
- D2: DE 44 15 783 A (ROTHER RUEDIGER PROF DR ING) August 10, 1995
- D3: US-A-5 578 227 (RABINOVICH JOSHUA E) November 26, 1996
- D4: EP-A-0 431 924 (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) June 12, 1991
- D5: EP-A-0 322 257 (CUBITAL LTD) June 28, 1989
- D6: DE 196 49 865 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) February 12, 1998 indicated in the application.

1. The application relates to a device for the preparation of building components from a combination of materials as per the preamble of Claim 1 and a method for preparing building components from a combination of materials of at least one first and one second material in which the building component is built up by layered application and fusion of the material.

An example of a device of this type is disclosed in the document DE-C-196 49 865 and a method of this type is disclosed in DE-A-195 33 960.

The problem addressed by the invention is to identify a device and a method which facilitate the preparation of complex building components from a combination of materials so that separate areas of the building component can be made out of different materials.

According to the invention, this problem is solved by having a device for suctioning or blowing away material from the processing plane and a second feed mechanism for introducing a second material.

This problem is also solved in that: after the first material has been distributed, the shape of the building component layer traced with a laser beam and the first material melted on, the first material is then sucked out or blown away from second areas of the processing plane and the second material is then applied to and in the second areas and melted on.

The combination of these features cannot be inferred or suggested from any of the documents cited in the search report. The subjects of the independent Claims 1 and 11 therefore meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

2. The dependent Claims 2 to 10 and 12 to 15 relate to useful embodiments of the subjects of Claims 1 and 11. The subjects of the dependent Claims 2 to 10 and 12 to 15 therefore also meet the requirements of PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 00/02093

Article 33(2) and (3).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 00/02093

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

In Claim 11 it is unclear what is meant by "**blowing** device for **suctioning**" (PCT Article 6).

CERTIFICATION

I, the undersigned, am a professional translator, fully competent to translate from German into English, and I declare hereby that the attached English rendition of the PCT International Preliminary Examination Report dated July 10, 2001, as issued an International Application PCT WO 01/07239 A1 is a genuine translation, accurate in every particular, to the best of my ability and knowledge.



Michaela Nierhaus

Name: -----

Brabanterstr. 15

Address: -----

80805 Munich

Germany

Nov. 25, 2001

Date: -----

International Preliminary Examining Report of 10/07/01

1. This international preliminary examining report is issued by the Office assigned therewith and is forwarded to the applicant in accordance with Article 36.

2. This report comprises all told 5 pages including the cover page.

Moreover. The report is accompanied by ENCLOSURES; these are pages with specification, claims and/or drawings which were altered and are the basis of this report, and/or pages with amendments made before this authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Guidelines for PCT)

These enclosures comprise all told 11 pages.

I X Basis of the report

V X Reasoned opinion in accordance with Article 35(2) regarding novelty, inventive step and commercial applicability: documents and explanation in support thereof

VIII X Specific remarks concerning the international application

I. Basis of the Report

1. This report was drawn up on the basis (replacement pages filed upon request by the Office according to Article 14 shall be considered within the scope of this report as "originally filed" and are not enclosed because they contain no changes (Rules 10.16. and 70.17)):

Specification, Pages:

1,2,7-16 original version

3,4,4a,5,5a,6 filed on 20/06/2001 with correspondence of 19/06/2001

Claims, Nos.:
filed on 20/06/2001 with correspondence of
19/06/2001

Drawings, pages:
1/1 original version

V. Reasoned opinion according to Article 35(2) regarding novelty,
inventive step and commercial applicability: documents and
explanation in support thereof

1. Opinion

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Novelty (N) | Claims YES 1-15 |
| Inventive step (IS) | Claims YES 1-15 |
| Commercial applicability (CA) | Claims YES 1-15 |

Documents and Explanations
see accompanying page

VIII. Specific remarks concerning the international application
For clarity of the claims, of the specification and the drawings
or whether or not the claims are fully supported by the
specification, the following is to be noted:
see accompanying page

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT
ACCOMPANYING PAGE

Reference is made to the following documents:

- D1: DE 195 33 960 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 20 March 1997 (1997-03-20)
- D2: DE 44 15 783 A (ROTHER RÜDIGER PROF DR ING) 10 AUG. 1995 (1995-08-10)
- D3: US-A-5 578 227 (RABINOVICH JOSHUA E) 26 Nov. 1996 (1996-11-26)
- D4: EP-A-0 431 924 (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 12 June 1991 (1991-06-12)
- D5: EP-A-0 322 257 (CUBITAL LTD) 28 June 1989 (1989-06-28)
- D6: DE 196 49 865 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 12 Feb. 1998 (1998-02-12) (cited in the application)

To Item V

Reasoned opinion according to Article 35(2) regarding novelty, inventive step and commercial applicability: documents and explanation in support thereof

The application relates to a device for fabricating components from a combination of materials in accordance with the generic part of claim 1 and to a process for fabricating components from a combination of at least a first and a second material, in which the component is built up layer-wise by applying and fusing the materials layer by layer.

A device of this kind is known from, for example, printed publication document DE-C-196 49 865 and a process of this kind is known, for example from DE-A-195 33 960.

The object of the invention is to provide a device and a process that permits fabrication of complex components from a combination of materials in such a manner that individual regions of the component can be made of different materials.

This object is fulfilled according to the invention by providing a suction or blow-off unit to suction off material from the processing plane as well as a second introduction mechanism for an additional material.

Furthermore, this object is solved in that, after distribution of the first material and scanning the shape of the layer of the

component with a laser beam and fusing of the first material, the first material is suctioned off or blown off in second regions of the processing plane and following this the second material is applied and melted in the second regions.

The combination of these features is not mentioned in any of the printed publications cited in the Search Report and also not obvious therefrom. The subject matter of the independent claims 1 and 11 therefore fulfill the requirements of Article 33(2) and (3) PCT.

The dependent claims 2 to 10 and 12 to 15 relate to advantageous embodiments of the subject matter of claim 1 respectively claim 11.

The subject matters of the dependent claims 2 to 10 and 12 to 15 therefore also fulfill the requirements of Article 33(2) and (3) PCT.

To ITEM VIII

Certain Remarks Regarding the International Application

In claim 1 it is not clear what is meant by "blow-off unit for suctioning off" (Article 6 PCT).

What Is Claimed Is:

1. A device for fabricating components from a combination of materials, with said device having a bottom surface (1) having a lowerable building platform (2) for the component (14), a mechanism (5) for introducing and leveling a material (4) in a processing plane (3) above said building platform (2), a laser light source for emitting a laser beam (11), a processing unit (6) having a focusing optical system (8) for focusing said laser beam onto said processing plane (3), and a positioning mechanism which can position said processing unit (6) in any desired positions in a plane parallel to said processing plane (3) above said component (14), wherein a suction or blow-off unit (10) for suctioning off material from said processing plane (3) and an introduction mechanism (9) for a further material (12) are provided.
2. A device according to claim 1, wherein said suction or blow off unit (10) is attached to said processing unit (6).
3. A device according to claim 1 or 2, wherein said processing unit (6) is provided with a deflecting element (7) for said laser beam (11), with which said laser beam can be deflected onto any desired point within a region of said processing plane (3) dependent on the respective position of said positioning mechanism.
4. A device according to claim 3, wherein said deflecting element (7) is an X-Y scanning mirror system.
5. A device according to one of the claims 1 to 4,

Replaced by Article 34

wherein said introduction mechanism (9) is attached to said processing unit (6) and designed in such a manner that said further material can be brought in a concentrated manner in the focal range of said laser beam (11).

6. A device according to claim 5, wherein said introduction mechanism (9) is a nozzle for powdered materials is directed onto said focal range of said laser beam.

7. A device according to claim 5, wherein said introduction mechanism (9) is a feed mechanism for wire-shaped materials.

8. A device according to one of the claims 1 to 4, wherein said introduction mechanism (9) comprises a supply tank for said further material (12) and a scraper which distributes said further material (12) in said processing plane (3) above said building platform (2).

9. A device according to one of the claims 1 to 8, wherein said positioning mechanism is an X-Y moving unit having two linear axes.

10. A device according to one of the claims 1 to 9, wherein said mechanism (5) for leveling has the form of a scraper.

11. A method of building components (14) from a combination of materials of at least a first (4) material and a second material (12), wherein said component (14) is built up by means of layer-wise application and melting of said materials layer for layer, having the following steps for at least one of said layers: distributing said first material (4) in a processing plane (3)

above a lowerable building platform for said component, and scanning the shape of the layer of said component using a laser beam (11) focused onto said processing plane in first regions of said processing plane, with said first material (4) being melted on according to said scanned shape of said first regions; suctioning off or blowing off said first material in second regions of said processing plane (3) in which said component is sought to be made of said second material (12) or a chemical compound with said second material;

applying said second material (12) in said second regions of said processing plane and scanning the shape of the layer of said component using a laser beam (11) focused onto said processing plane, with said second material (12) or said chemical compound with said second material being melted according to said scanned shape in said second regions; and lowering said building platform the thickness of said melted layer if a further layer is sought to be applied.

12. A method according to claim 11, wherein said second material (12) is brought in a concentrated manner in said focal range of said laser beam via a separate introduction mechanism (9).

13. A method according to claim 11, wherein said second material (12) is applied in the same manner as said first material (4) in said second regions of said processing plane.

14. A method according to one of the claims 11 to 13, wherein said scanning of the shape of each layer of said component in said processing plane occurs by means of a positioning mechanism which bears a focusing optical system for focusing said laser beam and can move said focusing optical system in any desired paths in a plane parallel to said processing plane above said component.

15. A method according to claim 14,
wherein said scanning of said first regions is executed by means
of successive scanning of the subregions above which said laser
beam is led by means of a scanning element which is borne in a
rotatable manner and is led with said laser beam by said position
mechanism, whereas scanning of said second regions is executed
with a stationary scanning element.

according to the shape respectively contour of the to-be-fabricated component. The laser beam source may be placed directly on the processing unit or coupled in from the outside. In contrast to the devices of selective laser beam melting known in the art, the invented device also is provided with a suction unit or a blow-off unit for suctioning off material from the processing zone as well as an introduction mechanism for introducing a second material, this introduction mechanism brings this second material into the focal range of the laser beam. This introduction mechanism may be a feed mechanism for a wire material which is introduced into the focal range of the laser beam in the processing plane during processing. This introduction mechanism may also be a nozzle with which the powdered or pasty second material is brought into the laser's focal range. In both instances, the introduction mechanism is preferably attached directly to the processing unit in such a manner that the introduction mechanism moves along with it. However, the introduction mechanism may be formed by the same mechanism or an additional mechanism with which the first material is distributed in the first processing plane. In this event, a supply tank for the second material must be provided in addition to the supply tank for the first material.

Of course, not only a second material but also additional materials can be introduced with the mentioned means.

not possible to ensure adequate accuracy, in particular, in the case of filigree components if they measure less than 1mm.

The object of the present invention is to provide a device and a process that permits fabricating complex components from a combination of materials in such a manner that single regions of the component can be made of different materials.

The object is solved with the device respectively the process according to claim 1 respectively claim 11. Advantageous embodiments of this device and this process are the subject matter of the subclaims.

Like the device for selective laser beam melting, the invented device is provided with a bottom surface with a lowerable building platform for the component, a mechanism for leveling a first material in a processing plane located above the building platform and a laser light source which emits a laser beam. Furthermore, a processing unit is provided which bears a focusing optical system for focusing the laser beam onto the processing plane. This processing unit is moved in a plane parallel to the processing plane with the aid of a positioning mechanism. The purpose of this positioning mechanism is, therefore, to produce the scanning movement of the laser beam on the processing plane

the powdered material can only be changed layer-wise during a fabrication process, that is after processing a complete layer, however, not within a layer during processing. Thus, with this process, it is not possible to make components with another material locally within a layer. In many applications it would be desirable, for example, to reinforce components with a hard material at points that are especially exposed to more stress.

The laser beam generative process is a single-step process. In this process, the work material is continually introduced as a wire or powder via an introduction mechanism into the focal point of the laser beam. Introducing the material and supplying energy occurs simultaneously via the laser. If the material is a powder, the metallic powder is preferably fed via an inert gas flow to a powder nozzle and focused with it onto the to-be-processed point. The laser beam and the introduction mechanism are stationary in relation to each other and are moved according to the to-be-built shape or contour of the component in each layer. In this case too, the component is built up layer by layer by scanning the corresponding shape with the laser beam.

An advantage of this process over the selective laser beam melting process is primarily the large number of metallic materials that can be processed with this process. Furthermore, hard materials can also be readily processed with it.

In contrast to the selective laser beam melting process, the components that can be produced with this laser beam generating process can, however, only be of little complexity. Thus, it is

DE 196 49 865 C1 describes an example of such a process. In this process, a powdered metallic material containing no binders and no flux additives is applied onto a component platform and is heated to the melting temperature corresponding to the configuration of the component. The energy of the laser beam is selected in such a manner that the entire thickness of powdered metallic material is completely melted on where the laser beam impinges. The laser beam is led in multiple tracks over the predetermined region of the respective powdered material layer in such a manner that each subsequent track partially overlaps the preceding one. Simultaneously, a protective gas atmosphere is maintained over the region where the laser beam interacts with the powdered metal material in order to prevent flaws, which may be caused for example by oxidation.

The process of selective laser beam melting permits fabricating components of any desired complexity with good accuracy and high precision.

A fundamental drawback of this process is, however, the limited range of the materials that can be utilized with this process. In particular, hard materials, such as for example carbides, can only be inadequately processed so that with these materials a component density of 100% can only be achieved with difficulty or not at all. Another disadvantage of this process is that hitherto

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Februar 2001 (01.02.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/07239 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B29C 67/00,
B23K 26/00, 26/14

ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54,
D-80636 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02093

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juni 2000 (26.06.2000)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MEINERS, Wil-
helm [DE/DE]; Försterstrasse 25, D-52072 Aachen
(DE). GASSER, Andres [DE/DE]; Am Pappelweiher
32, D-52066 Aachen (DE). WISSENBACH, Konrad
[DE/DE]; Rumpenerstrasse 95, D-52134 Herzogenrath
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 35 274.7 27. Juli 1999 (27.07.1999) DE

(74) Anwalt: GAGEL, Roland; Landsberger Strasse 480a,
D-81241 München (DE).

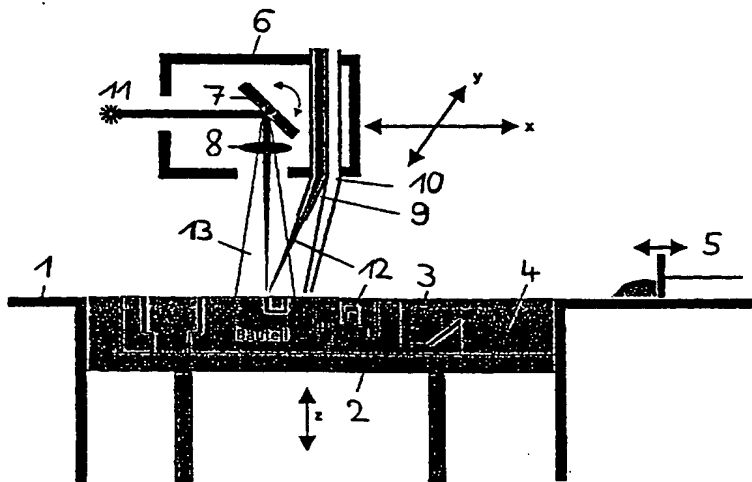
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Aus-
nahme von US): FRAUNHOFER GESELLSCHAFT

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: A DEVICE AND METHOD FOR THE PREPARATION OF BUILDING COMPONENTS FROM A COMBINATION
OF MATERIALS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON BAUTEILEN AUS EINER
WERKSTOFFKOMBINATION



(57) Abstract: This invention relates to a generative manufacturing process and an accompanying device with which building material components can be produced from a combination of materials. The device has a bottom surface (1) with a building platform which in addition can be lowered(2); a leveling mechanism (5) which is used to level a first material (4) on a processing plane located above the building platform; a laser light source which emits a laser beam (11) via a platform (2); a processing unit (6) consisting of a focussing optical system (8) which focusses the laser beam (11) onto the work surface (3); and a positioning mechanism which can position the processing unit (6) in a plane which is parallel to the processing plane (3) above the building component (24). The device also has a suction unit (10) for removing material from the processing plane (3) as well as an introduction mechanism (9) for introducing a second material (12), bringing the latter into the range of focus of the laser beam (11).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/07239 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *Mit internationalem Recherchenbericht.*
- *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein generatives Fertigungsverfahren und eine zugehörige Vorrichtung, mit denen Bauteile aus einer Werkstoffkombination hergestellt werden können. Die Vorrichtung umfaßt eine Bodenfläche (1) mit einer absenkbaren Bauplattform (2), einen Nivelliermechanismus (5) zur Nivellierung eines ersten Werkstoffes (4) in einer Bearbeitungsebene (3) über der Bauplattform (2), eine Laserlichtquelle zur Emission eines Laserstrahls (11), eine Bearbeitungseinheit (6) mit einer Fokussieroptik (8) zur Fokussierung des Laserstrahls (11) auf die Bearbeitungsebene (3) und einen Positioniermechanismus, der die Bearbeitungseinheit (6) in einer zur Bearbeitungsebene (3) parallele Ebene in beliebige Positionen über dem Bauteil (24) positionieren kann. Die Vorrichtung weist weiterhin eine Absaugeinrichtung (10) zum Absaugen von Werkstoff aus der Bearbeitungsebene (3) sowie eine Zufuhreinrichtung (9) für einen zweiten Werkstoff (12) auf, mit der dieser in den Fokusbereich des Laserstrahls (11) gebracht werden kann.

Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Bauteilen
aus einer Werkstoffkombination

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus einer Werkstoffkombination. Hierbei handelt es sich insbesondere um Bauteile, in denen unterschiedliche Bereiche aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen, beispielsweise um bestimmten Bauteilabschnitten eine besondere Festigkeit zu verleihen.

Das vorgestellte Verfahren läßt sich in den Bereich der sogenannten generativen Fertigungsverfahren einordnen. Diese Fertigungsverfahren werden bisher vor allem für den Bereich des Rapid-Prototyping in der Produktentwicklung eingesetzt, um die Produktentwicklungszeit zu verkürzen sowie die Produktqualität zu steigern. Dies wird dadurch ermöglicht, daß mittels der Rapid-Prototyping Verfahren Prototypen schichtweise aus dem 3D CAD-Modell hergestellt werden können. Die zeitaufwendige Erstellung eines NC-Programmes für eine Fräs- oder Erodierbearbeitung oder die Herstellung formgebender Werkzeuge kann aufgrund dieser Verfahren entfallen.

Ein weiterer Vorteil bei der schichtweisen Herstellung der Bauteile besteht in der erreichbaren hohen Komplexität der herstellbaren Strukturen. Durch den schichtweisen Herstellungsprozeß können auch komplexe interne Strukturen aufgebaut werden, die mit

konventionellen Fertigungsverfahren nicht erreichbar sind.

Die Entwicklung neuer bzw. die Weiterentwicklung bestehender generativer Verfahren hat zum Ziel, 5
möglichst seriennahe oder sogar serienidentische Werkstoffe zu verarbeiten. Beim Einsatz serien-identischer Werkstoffe können diese Verfahren daher nicht nur für den Bereich des Rapid-Prototyping eingesetzt werden, sondern auch als Fertigungsverfahren 10
für die Serienprodukte selbst.

Bekannte generative Fertigungsverfahren, wie beispielsweise das selektive Laserstrahlschmelzen (SLPR) oder das sogenannte Laserstrahlgenerieren, ermöglichen bereits die Herstellung von Bauteilen aus 15
seriennahen oder serienidentischen metallischen Werkstoffen. Bei beiden Verfahren werden metallische Bauteile schichtweise aus einem Pulverwerkstoff hergestellt. Die Verfahren ermöglichen die Fertigung von Bauteilen mit einer Bauteildichte von ca. 100%, so 20
daß sie eine entsprechend hohe Festigkeit aufweisen. Beide genannten Verfahren beruhen allerdings auf unterschiedlichen Grundprinzipien, die unterschiedliche Einschränkungen bezüglich der herstellbaren Bauteile nach sich ziehen.

25
Das selektive Laserstrahlschmelzen ist ein zweistufiger Prozeß. Bei diesem Prozeß wird zunächst eine ebene Schicht eines metallischen Pulverwerkstoffs auf eine Plattform für das Bauteil aufgebracht. Im 30
nächsten Schritt wird die herzustellende Form bzw. Kontur der Schicht mit einem Laserstrahl abgetastet und das Pulver im abgetasteten Bereich spurweise aufge-

schmolzen. Auf diese Weise wird das Bauteil Schicht für Schicht aufgebaut.

Ein Beispiel für ein derartiges Verfahren ist in der DE 196 49 865 C1 beschrieben. Bei diesem Verfahren
5 wird ein bindemittel- und flußmittelfreies metallisches Werkstoffpulver auf die Bauplattform aufgebracht und durch den Laserstrahl entsprechend der Bauteilgeometrie auf Schmelztemperatur erhitzt. Die Energie des Laserstrahls wird so gewählt, daß das metallische Werkstoff-
10 pulver an der Auftreffstelle des Laserstrahls über seine gesamte Schichtdicke vollständig aufgeschmolzen wird. Der Laserstrahl wird hierbei in mehreren Spuren derart über den vorgegebenen Bereich der jeweiligen Werkstoffpulverschicht geführt, daß jede folgende Spur
15 des Laserstrahls die vorherige Spur teilweise überlappt. Gleichzeitig wird eine Schutzgasatmosphäre über der Wechselwirkungszone des Laserstrahls mit dem metallischen Werkstoffpulver aufrechterhalten, um Fehlstellen zu vermeiden, die beispielsweise durch
20 Oxidation hervorgerufen werden können.

Das Verfahren des selektiven Laserstrahlschmelzens ermöglicht die Herstellung beliebig komplexer Bauteile mit guter Detailtreue und hoher Präzision.

25 Ein wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens ist allerdings das eingeschränkte Spektrum der mit dem Verfahren verarbeitbaren Werkstoffe. So lassen sich insbesondere Hartstoffe, wie zum Beispiel Karbide, nur ungenügend verarbeiten, so daß eine Bauteildichte von
30 100% mit diesen Materialien nur schwer oder gar nicht erreichbar ist. Ein weiterer Nachteil des Verfahrens besteht darin, daß ein Wechsel des Pulverwerkstoffs während eines Bauprozesses bisher nur jeweils schicht-

weise, das heißt nach der Bearbeitung einer kompletten Schicht, nicht jedoch während der Bearbeitung innerhalb einer Schicht möglich ist. Es lassen sich daher mit diesem Verfahren keine Bauteile herstellen, die
5 innerhalb einer Schicht lokal einen weiteren Werkstoff aufweisen. So wäre es in vielen Anwendungsbereichen beispielsweise wünschenswert, Bauteile an stark beanspruchten Stellen zusätzlich mit einem Hartstoff zu verstärken.

10

Das Verfahren des Laserstrahlgenerierens ist ein einstufiger Prozeß. Bei diesem Verfahren wird der Werkstoff als Draht oder Pulver über eine Zufuhreinheit kontinuierlich in den Fokus des Laserstrahles einge-
15 bracht. Werkstoffzufuhr und Energieeinbringung durch den Laserstrahl erfolgen simultan. Im Falle eines pulverförmigen Werkstoffes wird das Metallpulver hierbei vorzugsweise durch einen Inertgasstrom zu einer Pulverdüse geführt und mit dieser auf die Bearbeitungs-
20 stelle fokussiert. Der Laserstrahl und die Zufuhreinheit sind zueinander ortsfest und werden gemäß der aufzubauenden Form bzw. Kontur des Bauteiles in der jeweiligen Schicht bewegt. Auch hierbei wird das Bauteil Schicht für Schicht durch Abtasten der
25 entsprechenden Form mit dem Laserstrahl aufgebaut.

Ein Vorteil dieses Verfahrens gegenüber dem Verfahren des selektiven Laserstrahlschmelzens besteht vor allem in der Vielzahl der mit dem Verfahren verarbeitbaren metallischen Werkstoffe. Weiterhin
30 lassen sich mit diesem Verfahren auch Hartstoffe gut verarbeiten.

Im Gegensatz zum Verfahren des selektiven Laserstrahlschmelzens ist die Komplexität der Bauteile,

die mit dem Verfahren des Laserstrahlgenerierens hergestellt werden können jedoch nur gering. So ist insbesondere bei filigranen Bauteilelementen mit Abmessungen von unter 1 mm keine ausreichende

5 Detailtreue mehr gewährleistet.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, die die Herstellung von komplexen Bauteilen aus einer

10 Werkstoffkombination ermöglichen, so daß einzelne Bereiche des Bauteils aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen können.

Die Aufgabe wird mit der Vorrichtung bzw. dem

15 Verfahren nach Anspruch 1 bzw. 11 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung und des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist, ebenso wie

20 die Vorrichtungen für das selektive Laserstrahl-schmelzen, eine Bodenfläche mit einer absenkbaren Bauplattform für das Bauteil, einen Mechanismus zur Nivellierung eines ersten Werkstoffes in einer Bearbeitungsebene über der Bauplattform sowie eine

25 Laserlichtquelle zur Emission eines Laserstrahls auf. Weiterhin ist eine Bearbeitungseinheit vorgesehen, die eine Fokussieroptik zur Fokussierung des Laserstrahls auf die Bearbeitungsebene trägt. Die Bearbeitungseinheit wird mit Hilfe eines Positioniermechanismus in

30 einer zur Bearbeitungsebene parallelen Ebene verfahren. Der Positioniermechanismus dient daher der Erzeugung der Abtastbewegung des Laserstrahls auf der Bearbeitungsebene entsprechend der zu fertigenden

Bauteilform bzw. -kontur. Die Laserlichtquelle kann hierbei direkt an der Bearbeitungseinheit angebracht sein oder auch von außen in diese eingekoppelt werden. Im Unterschied zu den bekannten Vorrichtungen des

5 selektiven Laserstrahlschmelzens weist die erfindungs-
gemäße Vorrichtung weiterhin eine Absaug- oder
Abblaseeinrichtung zum Absaugen von Werkstoff aus der
Bearbeitungsebene sowie eine Zufuhreinrichtung für
einen zweiten Werkstoff auf, mit der dieser zweite

10 Werkstoff in den Fokusbereich des Laserstrahls gebracht
werden kann. Bei dieser Zufuhreinrichtung kann es sich
beispielsweise um eine Vorschubeinrichtung für einen in
Drahtform vorliegenden Werkstoff handeln, der während
der Bearbeitung dem Fokus des Laserstrahls in der

15 Bearbeitungsebene zugeführt wird. Die Zufuhreinrichtung
kann auch eine Düse sein, mit der pulverförmiger oder
pastenförmiger zweiter Werkstoff während der
Bearbeitung in den Fokusbereich des Lasers eingebracht
wird. In beiden Fällen ist die Zufuhreinrichtung

20 vorzugsweise direkt an der Bearbeitungseinheit
befestigt, so daß die Zufuhreinrichtung mit dieser
mitbewegt wird.

Die Zufuhreinrichtung kann jedoch auch durch den
gleichen oder einen zusätzlichen Mechanismus gebildet

25 sein, mit dem bereits der erste Werkstoff in der
Bearbeitungsebene verteilt wird. Hierbei muß neben dem
Vorratsbehälter für den ersten Werkstoff auch ein
Vorratsbehälter für den zweiten Werkstoff vorgesehen
sein.

30 Es versteht sich von selbst, daß nicht nur ein
zweiter, sondern auch noch weitere Werkstoffe mit den
genannten Mitteln zugeführt werden können.

Das Verfahren sieht den Aufbau des Bauteils durch schichtweises Aufbringen und Aufschmelzen unterschiedlicher Werkstoffe Schicht für Schicht vor. Der Aufbau zumindest einer der Schichten beinhaltet hierbei die folgenden Schritte:

- 5 a) Ein erster Werkstoff wird in der Bearbeitungsebene über der absenkbaren Bauplattform für das Bauteil gleichmäßig und eben verteilt. Anschließend wird die Form bzw. Kontur der zu erstellenden Schicht des Bauteiles mit dem auf die Bearbeitungsebene fokussierten Laserstrahl in den (ersten) Bereichen, in denen das Bauteil aus dem ersten Werkstoff bestehen soll, abgetastet, so daß der erste Werkstoff entsprechend der abgetasteten Form in 10 diesen Bereichen aufgeschmolzen wird.
- 15 b) Der erste Werkstoff wird dann in zweiten Bereichen der Bearbeitungsebene, in denen das Bauteil aus einem zweiten Werkstoff oder einer chemischen Verbindung mit dem zweiten Werkstoff bestehen soll, abgesaugt oder weggeblasen, so daß in diesen 20 Bereichen Raum für den zweiten Werkstoff geschaffen wird.
- 25 c) Danach wird der zweite Werkstoff in den zweiten Bereichen der Bearbeitungsebene aufgebracht. Anschließend wird die Form der Schicht des Bauteils mit einem auf die Bearbeitungsebene fokussierten Laserstrahl in den zweiten Bereichen abgetastet, wobei der zweite Werkstoff oder die Verbindung mit dem zweiten Werkstoff entsprechend der abgetasteten 30 Form in den zweiten Bereichen aufgeschmolzen wird.
- d) Nach Fertigstellung der Schicht wird die Bauplattform gegebenenfalls um die soeben hergestellte Dicke

der Schicht abgesenkt, so daß die nächste Schicht aufgebracht werden kann.

Es entsteht somit eine Schicht aus aufgeschmolzenem
5 und in Form einer schmelzmetallurgischen Verbindung
wieder verfestigtem erstem und zweitem Werkstoff mit
der Form bzw. Kontur der Schicht des entsprechenden
Bauteils. Es können auch weitere Werkstoffe in gleicher
Weise wie der zweite Werkstoff in die gleiche Schicht
10 integriert werden, wobei in diesem Fall die für die
weiteren Werkstoffe vorgesehenen Bereiche jeweils vor
Aufbringen der weiteren Werkstoffe durch Absaugen oder
Abblasen von übrigem Werkstoff befreit werden.

15 Das Aufbringen des zweiten Werkstoffes kann
erfolgen, indem die Form bzw. Kontur der Schicht des
Bauteils, die aus einem zweiten Werkstoff bestehen
soll, mit dem Laserstrahl abgetastet wird, während der
zweite Werkstoff über eine gesonderte Zufuhreinrichtung
20 gebündelt in den Fokusbereich des Laserstrahls gebracht
wird.

Das Aufbringen des zweiten Werkstoffes kann jedoch
auch in gleicher Weise wie das Aufbringen des ersten
Werkstoffes erfolgen, beispielsweise mit einem
25 Schieber.

Die weiteren Schichten des Bauteils können
entweder in gleicher Weise aus einer Kombination der
Schritte a) bis c) bzw. d) gefertigt oder jeweils nur
30 aus einem einzigen Werkstoff durch Anwendung der
Schritte a) oder c) aufgebaut werden.

Bei dem vorgestellten Verfahren bietet sich somit
die Möglichkeit, einzelne Schichten nur aus dem ersten

Material oder nur aus dem zweiten Material herzustellen. Sollen innerhalb einer Schicht beide Materialien zum Einsatz kommen, so wird zunächst das erste Material in den entsprechenden Bereichen

5 aufgeschmolzen, und anschließend das zweite Material aufgebracht. Vor dem Aufbringen und Aufschmelzen des zweiten Materials in den für dieses Material vorgesehenen Bereichen, wird über eine Saug- oder

10 Blasvorrichtung das pulverförmige erste Material aus diesen Bereichen entfernt. Optional kann nach der Herstellung jeder Schicht die Oberfläche mit einer geeigneten Schleifvorrichtung zusätzlich eingeebnet werden.

15 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der zugehörigen Vorrichtung ist die Herstellung von beliebig komplexen Bauteilen möglich, wobei einzelne Bereiche des Bauteils aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen können. So kann der zweite Werkstoff

20 beispielsweise an Stellen des Bauteils verwendet werden, die besonders beansprucht werden. Für diesen zweiten Werkstoff wird dann sinnvollerweise ein besonders verschleißarmes Material gewählt. Somit können Bauteile aus funktionsangepaßten Werkstoff-

25 kombinationen in einem Herstellungsschritt hergestellt werden.

So kann der Grundkörper des Bauteils beispielsweise aus einem Leichtbauwerkstoff mit beliebiger Komplexität und hoher Präzision hergestellt werden,

30 indem hierfür der erste Schritt entsprechend dem selektiven Laserstrahlschmelzen eingesetzt wird, mit dem eine hohe Detailtreue und Komplexität zu erreichen ist. Die Bereiche des Bauteils, die im späteren Einsatz

besonderen Beanspruchungen unterliegen, denen der Werkstoff des Grundkörpers nicht genügt, werden mit dem zweiten Schritt aus einem zweiten Werkstoff gefertigt. Diesem zweiten Schritt liegt vorzugsweise die Technik
5 des Laserstrahlgenerierens zugrunde, so daß hierfür Werkstoffe mit besonderer Härte eingesetzt werden können. Mit dem vorgestellten Verfahren und der zugehörigen Vorrichtung können dabei insbesondere auch Bereiche im Inneren eines Bauteils aus dem zweiten
10 Werkstoff aufgebaut werden, die beim späteren fertigen Bauteil nicht mehr zugänglich sind.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Vorrichtung ist es auch möglich, über die oder eine
15 weitere Zufuhreinrichtung neben dem zweiten auch noch weitere Werkstoffe einzusetzen, so daß Bauteile mit mehr als zwei unterschiedlichen Werkstoffen herstellbar sind.

Die Erfindung vereint in einer bevorzugten
20 Ausführungsform die Vorteile der aus dem Stand der Technik bekannten Techniken des selektiven Laserstrahlschmelzens und des Laserstrahlgenerierens. Dadurch können einzelne Bauteilbereiche mit funktionsgerechten Werkstoffen aufgebaut werden, wo hingegen in den
25 anderen Bereichen einfachere Werkstoffe Verwendung finden können.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung wurde die Bearbeitungs-
30 einheit mit der Zufuhreinrichtung für den zweiten Werkstoff ausgestattet.

Vorzugsweise weist diese Bearbeitungseinheit ein Ablenkelement für den Laserstrahl auf, mit dem dieser

flächige Bereiche unterhalb der Bearbeitungseinheit ohne Bewegung des Positioniermechanismus abtasten kann. Dies erhöht die Bearbeitungsgeschwindigkeit während der Bearbeitung nach der Technik des selektiven Laserstrahlschmelzens. Das Ablenkelement wird hierbei vorzugsweise durch einen x-y-Scannerspiegel gebildet. Bei der Bearbeitung der ersten Bereiche, in denen der erste Werkstoff die Schicht bilden soll, wird somit der Positioniermechanismus nicht kontinuierlich sondern in bestimmten Schritten bewegt, wobei der Abstand zwischen den einzelnen Schritten über die Scanneroptik der Bearbeitungseinheit abgedeckt wird. Bei der Bearbeitung der zweiten Bereiche, bei denen der zweite Werkstoff über die Zufuhreinrichtung zugeführt wird, kommt lediglich der Positioniermechanismus zum Einsatz, der den Laserstrahl in diesem Fall kontinuierlich entsprechend der Form bzw. Kontur der zu erstellenden Bereiche führt. Bei der Umschaltung zwischen erstem und zweitem Werkstoff werden selbstverständlich Vorschubgeschwindigkeit und Laserleistung entsprechend angepaßt.

Der Positioniermechanismus selbst besteht vorzugsweise aus zwei senkrecht zueinander stehenden Linearachsen, mittels derer die Bearbeitungseinheit bewegt wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Figur nochmals erläutert.

30

Figur 1 zeigt hierbei schematisch ein Beispiel für eine Vorrichtung zur Fertigung von Bauteilen aus Werkstoffkombinationen. In der Figur ist die Bodenfläche 1

dargestellt, in die eine Bauplattform 2 eingelassen ist. Die Bauplattform ist in z-Richtung absenkbar. In dem vorliegenden Beispiel stellt die Ebene der Bodenfläche 1 gleichzeitig die Bearbeitungsebene 3 dar. Die Anlage ist ähnlich einer Anlage zum selektiven Laserstrahlschmelzen ausgestaltet und umfaßt neben dem Bauraum mit der absenkbaren Bauplattform auch einen Pulvervorratsbehälter für den pulverförmigen ersten Werkstoff 4, und einen Mechanismus zur gleichmäßigen Verteilung des pulverförmigen Werkstoffes 4 in der Bearbeitungsebene über der Bauplattform. Der Pulvervorratsbehälter ist in der Figur nicht dargestellt, ist jedoch ebenso angeordnet und bedienbar wie bei bekannten Anlagen zum Laserstrahlschmelzen. Als Mechanismus zur Nivellierung wird im vorliegenden Beispiel ein Schieber 5 eingesetzt.

Das mit dieser Vorrichtung ausführbare Verfahren und die daraus resultierenden Vorteile werden insbesondere durch den Aufbau des Bearbeitungskopfes 6 erreicht. Dieser Bearbeitungskopf beinhaltet im vorliegenden Beispiel einen x-y-Scanner 7 in Form von mindestens einem drehbaren Spiegel, eine Fokussierlinse 8 zur Fokussierung des von der Laserstrahlquelle emittierten Laserstrahles 11 auf die Bearbeitungsebene 3, eine Zufuhreinheit 9 für einen zweiten Werkstoff sowie eine Absaugvorrichtung 10.

Die Zufuhreinheit 9 ist im vorliegenden Beispiel als Pulverdüse ausgestaltet, mit der pulverförmiger zweiter Werkstoff 12 in Form eines Pulverstrahls in den Fokusbereich des Laserstrahls 11 fokussiert werden kann. Bei Zuführung des zweiten Werkstoffes in fester Form, das heißt in Form eines Drahtes, wird statt der Pulverdüse eine Vorschubvorrichtung für Draht im

Bearbeitungskopf 6 eingesetzt. Der Bearbeitungskopf selbst ist auf einer x-y-Verfahreinheit montiert, die in der Figur nicht dargestellt ist. Eine derartige Positioniervorrichtung kann beispielsweise in Form einer Plottermechanik aufgebaut sein. Mit dieser x-y-Verfahreinheit kann der Bearbeitungskopf 6 an beliebige Stellen innerhalb einer zur Bodenfläche 1 bzw. Bearbeitungsebene 3 parallelen Ebene bewegt werden. Der Laserstrahl bleibt dadurch immer auf die Bearbeitungsebene 3 fokussiert. Die Absaugvorrichtung 10 ist im vorliegenden Beispiel in Form einer Düse ausgestaltet, deren Breite das Absaugen von pulverförmigem ersten Werkstoff 4 in Bereichen, in denen die Schicht aus dem zweiten Werkstoff 12 gefertigt werden soll, ermöglicht.

Der Aufbau des Bauteils erfolgt schichtweise. Zunächst wird mit dem Nivelliersystem 5 eine Schicht des Pulverwerkstoffes 4 auf die Bauplattform 2 aufgebracht. Der entsprechende Bereich der Pulverschicht, der zum herzustellenden Grundkörper gehört, wird aus dem ersten Pulverwerkstoff 4 nach dem Prinzip des selektiven Laserstrahlschmelzens verfestigt. Hierzu wird der Laserstrahl 11 mittels des Scannerspiegels 7 über einen vorgegebenen Scanbereich 13 abgelenkt. Ist der vorgegebene Scanbereich 13, über den sich der Laserstrahl mit dem Scannerspiegel 7 bewegen läßt, kleiner als der aufzubauende Bereich des Bauteils, wird zunächst dieser Bereich des Scanfeldes bearbeitet. Danach wird der Bearbeitungskopf 6 mittels der Linearachsen des Positioniermechanismus in den nächsten zu bearbeitenden Bereich gefahren. Auf diese Weise wird die gesamte zu bearbeitende Fläche in kleinere Teilflächen bzw. Unterbereiche unterteilt, in denen die

Abtastung jeweils nur über eine Bewegung des Scannerspiegels 7 erfolgt. Lediglich der zusätzlich erforderliche Transport von Teilfläche zu Teilfläche wird mit dem Positioniermechanismus durchgeführt.

5 Während der Bearbeitung zum Aufbau der Schicht mit dem ersten Werkstoff, das heißt während der scannenden Bearbeitung mittels des Scannerspiegels 7, bleibt die Zufuhr des zweiten Werkstoffs 12 über die Zufuhreinheit 9 unterbrochen. Auf diese Weise wird beispielsweise der

10 in Figur 1 dargestellte unterste Bereich des Bauteiles 14 aufgebaut. Die Bereiche des Bauteils 14 bzw. von Schichten des Bauteils 14, die zu den besonders beanspruchten Bereichen beim Einsatz des späteren fertigen Bauteils gehören, werden nach dem Prinzip des

15 Laserstrahlgenerierens aus dem zweiten Werkstoff 12 aufgebaut. Als Material für diesen Werkstoff wird bevorzugt ein Hartstoff, beispielsweise ein Karbid, eingesetzt. Beim Aufbau einer Schicht, die beide

20 Werkstoffe umfassen soll, wird zunächst der Schichtbereich mit dem ersten Werkstoff in den entsprechenden Bereichen gemäß der oben dargelegten Vorgehensweise hergestellt. Anschließend wird der Pulverwerkstoff 4 aus den Bereichen entfernt, die aus dem zweiten

25 Werkstoff bestehen sollen. Diese Entfernung des pulverförmigen ersten Werkstoffes 4 erfolgt mit der Absaugvorrichtung 10. Beim anschließenden Laserstrahlgenerieren der Schichtbereiche aus dem zweiten Werkstoff 12 bleibt der Scannerspiegel 7 in einer festen Position. Der Laserstrahl 11 wird allein durch die

30 Bewegung des Bearbeitungskopfes 6 mittels der Linearachsen des Positioniermechanismus über die zu bearbeitenden Bereiche geführt. Gleichzeitig mit dieser Bewegung wird der zweite Werkstoff 12 durch die Pulver-

düse 9 in den Fokus des Laserstrahles 11 zugeführt und dort aufgeschmolzen. Nach Bearbeitung der Schicht wird die Bauplattform um eine Schichtdicke abgesenkt und die nächste Schicht bearbeitet.

- 5 Dieser Vorgang wiederholt sich Schicht für Schicht, bis das komplette Bauteil aufgebaut ist.

In der Figur erkennt man die aus unterschiedlichen Werkstoffen hergestellten Bereiche des Bauteiles. In der obersten Schicht des Bauteiles 14, die in der Figur gerade in Bearbeitung ist, erkennt man in vier kleinen
10 Bereichen (in schwarzer Farbe), daß dort die Schicht zur Verstärkung aus dem zweiten Werkstoff 12 besteht.

Das grundlegende Verfahrensprinzip der bei der
15 vorliegenden Vorrichtung und dem zugehörigen Verfahren eingesetzten Techniken der schmelzmetallurgischen Herstellung von Schichten ist dem Fachmann bekannt.

Selbst wenn im vorliegenden Ausführungsbeispiel sowie in den in der Beschreibung dargestellten
20 Beispielen als erster Werkstoff ein Werkstoffpulver eingesetzt wurde, so ist selbstverständlich auch eine flüssige Phase dieses Werkstoffes, ebenso wie eine flüssige Phase des zweiten Werkstoffes, denkbar, ohne die wesentlichen Merkmale der erfindungsgemäßen
25 Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens verändern zu müssen. Ebenso lassen sich mit der Vorrichtung und dem Verfahren Bauteile herstellen, die nicht nur aus zwei, sondern aus drei oder mehr Werkstoffen bestehen. Hierfür muß lediglich die Zufuhr
30 von Werkstoff über die Zufuhreinheit 9 mit anderen Werkstoffen versorgt werden. Dies ist auf einfache Weise während der Bearbeitung einer Schicht möglich. Mit dem Verfahren und der Vorrichtung lassen sich somit

- Bauteile herstellen, die aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen, so daß beispielsweise ein komplexes Bauteil an den erforderlichen Stellen durch Hartstoffe zusätzlich verstärkt werden kann. Das
- 5 Einsatzspektrum für schnelle Fertigungsverfahren zur Herstellung von Serienprodukten wird damit deutlich vergrößert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung von Bauteilen aus einer Werkstoffkombination, wobei die Vorrichtung
- eine Bodenfläche (1) mit einer absenkbaren
 - 5 Bauplattform (2) für das Bauteil (14),
 - einen Mechanismus (5) zur Zuführung und Nivellierung eines Werkstoffes (4) in einer Bearbeitungsebene (3) über der Bauplattform (2),
 - eine Laserlichtquelle zur Emission eines Laserstrahls
 - 10 (11),
 - eine Bearbeitungseinheit (6) mit einer Fokussieroptik (8) zur Fokussierung des Laserstrahls auf die Bearbeitungsebene (3), und
 - einen Positioniermechanismus aufweist, der die
 - 15 Bearbeitungseinheit (6) in einer zur Bearbeitungsebene (3) parallelen Ebene in beliebige Positionen über dem Bauteil (14) positionieren kann,
 - dadurch gekennzeichnet,
 - daß eine Absaug- oder Abblaseeinrichtung (10) zum
 - 20 Absaugen von Werkstoff aus der Bearbeitungsebene (3) sowie eine Zufuhreinrichtung (9) für einen weiteren Werkstoff (12) vorgesehen sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
- 25 dadurch gekennzeichnet,
- daß die Absaug- oder Abblaseeinrichtung (10) an der Bearbeitungseinheit (6) befestigt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Bearbeitungseinheit (6) ein Ablenkelement (7)
für den Laserstrahl (11) aufweist, mit dem dieser auf
beliebige Stellen innerhalb eines von der jeweiligen
Position des Positioniermechanismus abhängigen
Bereiches der Bearbeitungsebene (3) abgelenkt werden
kann.
- 10 4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Ablenkelement (7) ein x-y-Scannerspiegelsystem
ist.
- 15 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zufuhreinrichtung (9) an der
Bearbeitungseinheit (6) befestigt und so ausgestaltet
ist, daß der weitere Werkstoff gebündelt in den
20 Fokusbereich des Laserstrahls (11) gebracht werden
kann.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Zufuhreinrichtung (9) eine auf den Fokusbereich
des Laserstrahls gerichtete Düse für pulverförmige
Werkstoffe ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß die Zufuhreinrichtung (9) eine Vorschubeinrichtung
für drahtförmige Werkstoffe ist.

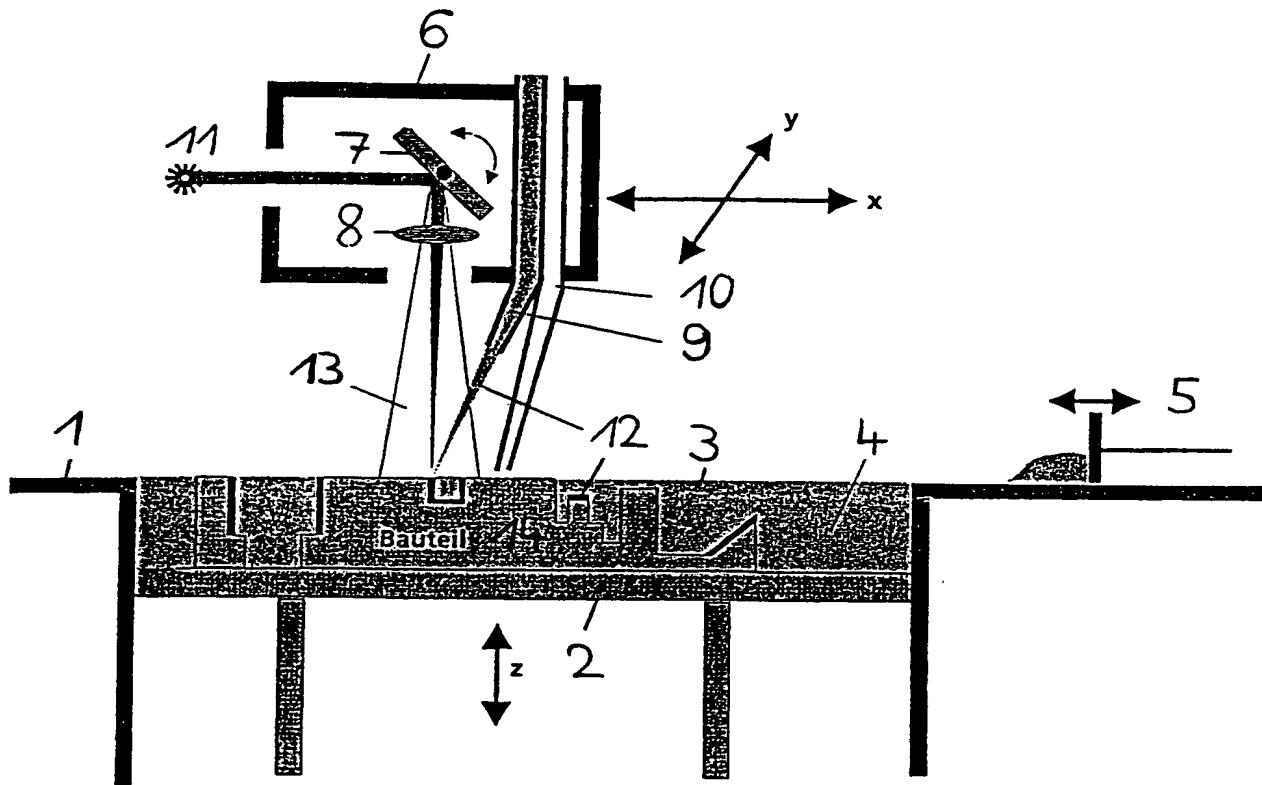
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zufuhreinrichtung (9) einen Vorratsbehälter für
den weiteren Werkstoff (12) und einen Schieber umfaßt,
5 der den weiteren Werkstoff (12) in der Bearbeitungs-
ebene (3) über der Bauplattform (2) verteilt.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß der Positioniermechanismus eine x-y-Verfahreinheit
mit zwei Linearachsen ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß der Mechanismus (5) zur Nivellierung die Form eines
Schiebers aufweist.
11. Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus einer
Werkstoffkombination aus zumindest einem ersten (4) und
20 einem zweiten Werkstoff (12), bei dem das Bauteil (14)
durch schichtweises Aufbringen und Aufschmelzen der
Werkstoffe Schicht für Schicht aufgebaut wird,
mit folgenden Schritten für zumindest eine der
Schichten:
- 25 - Verteilen des ersten Werkstoffes (4) in einer
Bearbeitungsebene (3) über einer absenkbaren
Bauplattform für das Bauteil, und Abtasten der Form der
Schicht des Bauteils mit einem auf die Bearbeitungs-
ebene fokussierten Laserstrahl (11) in ersten Bereichen
30 der Bearbeitungsebene, wobei der erste Werkstoff (4)
entsprechend der abgetasteten Form in den ersten
Bereichen aufgeschmolzen wird;
- Absaugen oder Abblasen des ersten Werkstoffes in

- zweiten Bereichen der Bearbeitungsebene (3), in denen das Bauteil aus dem zweiten Werkstoff (12) oder einer Verbindung mit dem zweiten Werkstoff bestehen soll;
- Aufbringen des zweiten Werkstoffes (12) in den
- 5 zweiten Bereichen der Bearbeitungsebene und Abtasten der Form der Schicht des Bauteils mit einem auf die Bearbeitungsebene fokussierten Laserstrahl (11) in den zweiten Bereichen, wobei der zweite Werkstoff (12) oder die Verbindung mit dem zweiten Werkstoff entsprechend
- 10 der abgetasteten Form in den zweiten Bereichen aufgeschmolzen wird; und
- Absenken der Bauplattform um die Dicke der aufgeschmolzenen Schicht, falls eine weitere Schicht aufgebracht werden soll.
- 15
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Werkstoff (12) über eine getrennte Zufuhreinrichtung (9) gebündelt in den Fokusbereich des
- 20 Laserstrahls gebracht wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Werkstoff (12) in gleicher Weise wie der
- 25 erste Werkstoff (4) in den zweiten Bereichen der Bearbeitungsebene aufgebracht wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet,
- 30 daß das Abtasten der Form jeder Schicht des Bauteils in der Bearbeitungsebene mittels eines Positioniermechanismus erfolgt, der eine Fokussieroptik zur Fokussierung des Laserstrahls trägt und die

Fokussieroptik in einer zur Bearbeitungsebene parallelen Ebene auf beliebigen Bahnen über dem Bauteil bewegen kann.

- 5 15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Abtasten der ersten Bereiche durch
aufeinanderfolgendes Abtasten von Unterbereichen
erfolgt, über die der Laserstrahl mittels einem mit dem
10 Positioniermechanismus mitgeführten drehbar gelagerten
Scannerelement geführt wird, während das Abtasten der
zweiten Bereiche bei feststehendem Scannerelement
erfolgt.

1/1

Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02093

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B29C67/00 B23K26/00 B23K26/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B29C B23K B22F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | DE 195 33 960 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 20 March 1997 (1997-03-20) | 1-4,9 |
| Y | column 10, line 20 -column 11, line 19; claims 9,19,20,41; figures column 15, line 42 -column 16, line 29 | 5-7, 10-14 |
| Y | DE 44 15 783 A (ROTHER RUEDIGER PROF DR ING) 10 August 1995 (1995-08-10) the whole document | 5,6,12 |
| Y | US 5 578 227 A (RABINOVICH JOSHUA E) 26 November 1996 (1996-11-26) the whole document | 7 |
| Y | EP 0 431 924 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 12 June 1991 (1991-06-12) | 10 |
| A | column 13, line 36 - line 43; claims 8,14; figures 2,5,6,9 | 1,9,11 |
| | -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 November 2000

Date of mailing of the international search report

01/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mathey, X

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.

PCT/DE 00/02093

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| Y | EP 0 322 257 A (CUBITAL LTD) 28 June 1989 (1989-06-28) column 14, line 37 -column 15, line 11; figures 11,12 | 11-14 |
| A | DE 196 49 865 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 12 February 1998 (1998-02-12) cited in the application the whole document | 1-15 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02093

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|--|--|
| DE 19533960 | A | 20-03-1997 | AT 197259 T WO 9710067 A EP 0790875 A | 15-11-2000 20-03-1997 27-08-1997 |
| DE 4415783 | A | 10-08-1995 | NONE | |
| US 5578227 | A | 26-11-1996 | WO 9822253 A AU 1287097 A DE 19681773 T GB 2333485 A | 28-05-1998 10-06-1998 05-01-2000 28-07-1999 |
| EP 0431924 | A | 12-06-1991 | US 5204055 A CA 2031562 A,C DE 69025147 D DE 69025147 T JP 2729110 B JP 6218712 A US 5340656 A US 6036777 A US 5807437 A US 5387380 A | 20-04-1993 09-06-1991 14-03-1996 05-09-1996 18-03-1998 09-08-1994 23-08-1994 14-03-2000 15-09-1998 07-02-1995 |
| EP 0322257 | A | 28-06-1989 | IL 84936 A IL 109511 A JP 2078531 A US 5031120 A US 5519816 A US 5263130 A US 5386500 A | 18-02-1997 16-10-1996 19-03-1990 09-07-1991 21-05-1996 16-11-1993 31-01-1995 |
| DE 19649865 | C | 12-02-1998 | WO 9824574 A EP 0946325 A | 11-06-1998 06-10-1999 |